

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Dezember 2003 (18.12.2003)

PCT

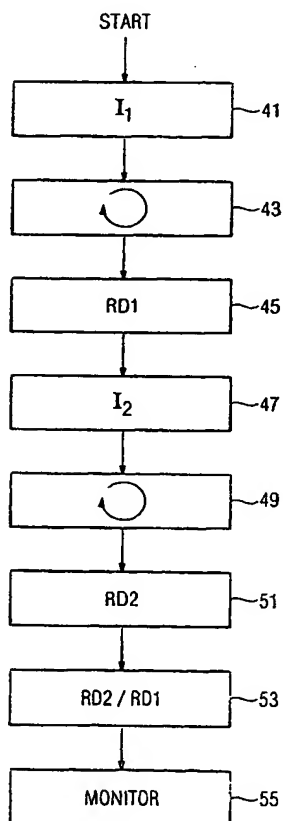
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/103494 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61B 6/00** (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE03/01666** (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HEIN, Peter** [DE/DE];
Looshornweg 3, 96050 Bamberg (DE). **SIMON, Jürgen**
[DE/DE]; Föhrenweg 20, 91301 Forchheim (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Mai 2003 (23.05.2003) (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
(25) Einreichungssprache: **Deutsch** (81) Bestimmungsstaaten (national): **CN, JP, US.**
(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
(30) Angaben zur Priorität:
102 25 613.6 7. Juni 2002 (07.06.2002) **DE** Erklärungen gemäß Regel 4.17:
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von — hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). folgenden Bestimmungsstaaten **CN, JP**
— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für **US**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **COMPUTER TOMOGRAPHY UNIT WITH A DATA RECORDING SYSTEM**

(54) Bezeichnung: **COMPUTERTOMOGRAPHIEGERÄT MIT EINEM DATENERFASSUNGSSYSTEM**



(57) Abstract: The invention relates to a computer tomography unit with a radiation detector (4), comprising several detector elements (6a-6x), a data recording system (10) for reading the electrical signals generated by the detector elements (6a-6x) and the processing thereof to give raw data and an imaging computer (12) arranged after the data recording system (10) to which the raw data may be supplied by means of a data transmission path (11). The computer tomography device is characterised by an analytical device (18) for the automatic determination of the quality of the data recording system (10) and/ or of the data transmission path (11) and optionally the radiation detector (4) in addition. The analytical unit (18) in particular initiates a measurement for the generation of raw data, calculates at least one value for at least one parameter which permits a quality determination therefrom and displays an analytical result, which incorporates the calculated value, on a display device (20).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Computertomographiegerät mit einem mehrere Detektorelemente (6a-6x) aufweisenden Strahlungsdetektor (4), mit einem Datenerfassungssystem (10) zum Auslesen der von den Detektorelementen (6a-6x) erzeugten elektrischen Signale und deren Verarbeitung zu Rohdaten und mit einem dem Datenerfassungssystem (10) nachgeordneten Bildrechner (12), welchem die Rohdaten über eine Datenübertragungsstrecke (11) zuführbar sind. Das Computertomographiegerät zeichnet sich durch eine Auswerteeinrichtung (18) zur automatisierten Beurteilung der Qualität des Datenerfassungssystems (10) und/ oder der Datenübertragungsstrecke (11) - sowie optional zusätzlich des Strahlungsdetektors (4) - aus. Insbesondere löst die Auswerteeinrichtung (18) eine Messung zur Erzeugung von Rohdaten aus, berechnet daraus wenigstens einen Wert von mindestens einem eine Qualitätsaussage erlaubenden Parameter und bringt ein Auswerteergebnis, in das der berechnete Wert einfließt, auf einer Anzeigeeinrichtung (20) zur Darstellung.

WO 03/103494 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Computertomographiegerät mit einem Datenerfassungssystem

5 Die Erfindung betrifft ein Computertomographiegerät (CT-Gerät) mit einem mehrere Detektorelemente aufweisenden Strahlungsempfänger, mit einem Datenerfassungssystem zum Auslesen der von den Detektorelementen erzeugten elektrischen Signale und deren Verarbeiten zu Rohdaten und mit einem dem Datenerfassungssystem nachgeordneten Bildrechner, welchem die Rohdaten
10 über eine Datenübertragungsstrecke zuführbar sind.

In US 6,264,365 B1 ist eine im Hintergrund ablaufende Überwachung von CT-Daten im Hinblick auf die Existenz und Lokalisierung eines mangelhaften Strahlungsempfängers beschrieben.
15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Computertomographiegerät anzugeben, bei dem der Einfluß von Veränderungen, wie Alterung, Abnutzung, Verschmutzung oder anderen externen Störeinflüssen, auf den Betrieb weiter vermindert werden kann.
20

Diese Aufgabe wird bezogen auf das eingangs genannte Computertomographiegerät gemäß der Erfindung gelöst durch eine Auswerteeinrichtung zur automatisierten Beurteilung der Qualität des Datenerfassungssystems und/ oder der Datenübertragungsstrecke.
25

Optional ist die Auswerteeinrichtung auch zur automatischen Beurteilung der Qualität des Strahlungsdetektors hergerichtet.
30

Als Rohdaten werden im Zusammenhang mit der Erfindung jegliche Ausgangsdaten des DMS verstanden, unabhängig davon ob sie mit oder ohne auf dem Strahlungsempfänger auftreffender Röntgenstrahlung erzeugt wurden.
35

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Computertomographiegeräts sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

- 5 Die Erfindung geht unter anderem von der Erkenntnis aus, dass alle Komponenten eines Datenmesssystems (DMS; "Data Measuring System") eines CT-Geräts, welches den Strahlungsempfänger, das Datenerfassungssystem (DAS; "Data Acquisition System") sowie die Datenübertragungsstrecke einschließt, unerwünschten Ver-
- 10 änderungen unterliegen, welche die Bildqualität negativ beeinflussen. Solche Veränderungen können sich durch Alterung, Abnutzung oder Verschmutzung der Komponenten selbst aber auch durch - möglicherweise erst im Laufe der Zeit auftretende - externe Störeinflüsse ergeben.
- 15 Das Computertomographiegerät nach der Erfindung, in das also eine Auswerteeinrichtung integriert ist, hat den Vorteil, dass nach einem - beispielsweise von einer Person oder von dem Computertomographiegerät erzeugten - Startereignis die
- 20 Auswerteeinrichtung automatisch und ohne weitere - oder zumindest ohne weitere aufwändige - Eingaben arbeitet und es somit ermöglicht, ohne großen Zeitaufwand eine Qualitätsbegutachtung durchzuführen. Damit ist es einem Techniker in der Fertigung, im Prüffeld oder während eines Service-Besuchs
- 25 möglich, sich schnell eine Aussage über die aktuelle Qualität der Betriebsweise des DAS oder über die Datenübertragungsstrecke zu verschaffen, und dies ohne dass hierfür ein externes Prüfgerät herangeschafft und datentechnisch an das CT-Gerät angebunden werden müsste. Nach dem eine Aussage über ei-
- 30 ne schlechte Qualität oder ein negatives Prüfergebnis vorliegt, kann der Techniker ggf. für einen Komponententausch, eine Neujustierung von Komponenten und/ oder eine Reparatur von Komponenten im CT-Gerät sorgen.
- 35 Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass wegen des Ausbleibens interaktiver Eingriffe die Fehlerwahrscheinlichkeit bei

der Durchführung des Qualitätstests vermindert und die Reproduzierbarkeit der Testergebnisse erhöht ist.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung sind von der Auswerteeinrichtung folgende Schritte durchführbar:

- a) Auslösen einer oder mehrerer Messungen zur Erzeugung von Rohdaten,
 - b) unter Verwendung der Rohdaten Berechnung wenigstens eines Wertes von mindestens einem eine Qualitätsaussage erlaubenden Parameter,
 - c) Ansteuerung einer Anzeigeeinrichtung zur Darstellung eines Auswerteergebnisses, in das der berechnete Wert einfließt.
- Vorzugsweise veranlasst die Auswerteeinrichtung während der Messung/en oder zwischen zwei Messungen selbsttätig eine Änderung der Ansteuerung oder Einstellung von Komponenten des CT-Geräts, insbesondere der Röntgenstrahlenquelle, des Strahlungsempfängers und/ oder des Datenerfassungssystems.

Die oben geschilderten Vorteile ergeben sich insbesondere, falls mehrere qualitätskennzeichnende Parameter auf der Anzeigeeinrichtung, insbesondere simultan, dargestellt werden.

Dadurch, dass ein oder mehrere vorbestimmte, also in der Auswerteeinrichtung implementierte, Parameter nach vorbestimmten Algorithmen berechnet werden, also eine vorher festgelegte Parametrisierung von der Auswerteeinrichtung oder deren Algorithmen vorgenommen wird, sowie dadurch, dass die Berechnungen weitestgehend ohne Interaktion mit dem Nutzer ablaufen, sind die Fehlerwahrscheinlichkeit bei der Durchführung des Qualitätstests und ebenso wie die Reproduzierbarkeit der Testergebnisse weiter verbessert, letzteres auch im Hinblick auf eine Vergleichbarkeit der mit unterschiedlichen Computertomographiegeräten ein und derselben Serie gewonnenen Testergebnisse, wobei die Computertomographiegeräte hierzu beispielsweise allesamt mit der gleichen Auswerteeinrichtung ausgestattet sind.

Die Auswerteeinrichtung triggert beispielsweise zunächst die Erfassung von Rohdaten durch Messungen mit oder ohne Röntgenstrahlung. Anschließend kann die Auswerteeinrichtung den Wert des Parameters statistisch aus den gemessenen Rohdaten ermitteln. Schließlich können die Werte des oder der Parameter zur Anzeige gebracht werden.

Vorteilhaft für ein schnelles Erfassen des Qualitätszustandes ist es, falls das Auswerteergebnis grafisch auf der Anzeigeeinrichtung darstellbar ist, wobei in der Grafik insbesondere mehrere Parameter zu einem grafischen Muster, wie z.B. einem Balken-, einem Säulen- und/oder einem Kreisdiagramm, zusammengefasst sind. Eine den Test durchführende Person kann dann mit einem Blick, und ohne Zahlenwerte erfassen zu müssen, sehen, ob die Qualität „im grünen Bereich“ ist oder nicht.

Gemäß einer Weiterbildung oder alternativen Betriebsweise können bei dem Computertomographiegerät nach der Erfindung durch unterschiedliche Startereignisse voneinander unterschiedliche Tests mit voneinander unterschiedlichen Parametrisierungen durchgeführt werden, die insbesondere auch voneinander unterschiedliche Testmuster zur Anzeige bringen können.

Die Alternativen, die bei der Bestimmung mehrerer Parameter bestehen, seien wie folgt veranschaulicht: Als Parameter seien die Linearität eines Detektorelements und ein Gütewert der Datenübertragungsstrecke vorbestimmt. Es ist dann möglich, durch ein einziges Startereignis sowohl den Linearitätsparameter als auch den Gütewert zu ermitteln, also in einer Prozedur ein umfassendes Testergebnis für mehrere Komponenten zu erhalten. Alternativ können durch voneinander unterschiedliche Startereignisse ein Test spezifisch auf das Detektorelement (Linearität) oder spezifisch auf die Datenübertragungsstrecke (Gütewert) ausgeführt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Computertomographiegeräts sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

5 Ein Ausführungsbeispiel eines Computertomographiegeräts nach der Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 3 näher erläutert. Es zeigen:

10 Fig.1 ein Computertomographiegerät nach der Erfindung in schematischer Gesamtansicht,

Fig.2 ein Datenerfassungssystem des Computertomographiegeräts der Figur 1,

15 Fig.3 ein Ablaufdiagramm zur Überprüfung der Signallinearität der Detektorkanäle,

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm zur Überprüfung der spektralen Linearität der Detektorkanäle,

20 Fig. 5 eine schematische Darstellung der Überprüfung einer Datenübertragungsstrecke.

25 **Figur 1** zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Computertomographiegerät mit einer Röntgenstrahlenquelle 1, von der ein pyramidenförmiges Röntgenstrahlenbündel 2, dessen Randstrahlen in der Fig. 1 strichpunktiert dargestellt sind, ausgeht, das ein Untersuchungsobjekt, beispielsweise einen Patienten 3, durchsetzt und auf einen mit einer sog. UFC-Keramik als Szintillator ausgestatteten Strahlungsdetektor 4 trifft. Der Strahlungsdetektor 4 umfasst vier oder 16 nebeneinander angeordnete Detektorzeilen 5a bis 5d mit mehreren (z.B. 672) nebeneinander angeordneten Detektorelementen 6a bis 6x.

35 Die Röntgenstrahlenquelle 1 und der Strahlungsdetektor 4 sind an einer ringförmigen Abtasteinheit oder Gantry 7 einander gegenüberliegend angeordnet. Die Gantry 7 ist bezüglich einer

Systemachse 8, welche durch den Mittelpunkt der ringförmigen Gantry 7 verläuft, an einer in der Fig. 1 nicht dargestellten Halterungsvorrichtung drehbar gelagert (vgl. Pfeil a).

- 5 Der Patient 3 liegt auf einem für Röntgenstrahlen transparenten Tisch 9, welcher mittels einer in der Fig. 1 ebenfalls nicht dargestellten Tragevorrichtung längs der Systemachse 8 verschiebbar gelagert ist (vgl. Pfeil b).
- 10 Die Röntgenstrahlenquelle 1 und der Strahlungsdetektor 4 bilden somit ein Messsystem, das bezüglich der Systemachse 8 drehbar und entlang der Systemachse 8 relativ zu dem Patienten 3 verschiebbar ist, so dass der Patient 3 unter verschiedenen Projektionswinkeln und verschiedenen Positionen bezüglich der Systemachse 8 durchstrahlt werden kann. Die dabei
- 15 auftretenden Ausgangssignale der einzelnen Detektorelemente 6a bis 6x werden von einem im wesentlichen an der Gantry 7 angeordneten Datenerfassungssystem 10 ausgelesen, konditioniert und digitalisiert. Die digitalisierten Signale, die sogenannten Rohdaten RD, werden mittels einer Übertragungsstrecke 11, die eine elektrische Leitung und/ oder einen Lichtwellenleiter sowie in nicht dargestellter Weise ein Schleifringssystem oder eine drahtlose Übertragungsstrecke enthält, einem Signalverarbeitungsgerät oder einem Bildrechner 12
- 20 geführt, das/der ein Bild des Patienten 3 berechnet, das wiederum auf einem Monitor 13 wiedergegeben werden kann. Der Monitor 13 ist mit einer elektrischen Leitung 14 mit dem Bildrechner 12 verbunden. Im Bildrechner 12 laufen u.a. die Schritte Luftkalibrierung, Kanalkorrektur gegenüber Nichtlinearitäten, Spacing-Korrektur, Wasserkalibrierung und Bildre-
- 30 konstruktion ab.

Zum Datenerfassungssystem 10 gehört ein strahlerseitig angeordneter Strahlungsmonitor 15, der die Strahlungsleistung der

35 Röntgenstrahlenquelle 1 mißt und dessen Ausgangssignal im Bildrechner 12 für eine Normierung der Rohdaten verwendet

wird. Der zum Strahlungsmonitor 15 gehörige gesamte Signalkanal wird auch als Monitorkanal bezeichnet.

Das in der Fig. 1 gezeigte Computertomographiegerät kann sowohl zur Sequenzabtastung als auch zur Spiralabtastung eingesetzt werden.

Bei der Sequenzabtastung erfolgt eine schichtweise Abtastung des Patienten 3. Dabei wird die Röntgenstrahlenquelle 1 und der Strahlungsdetektor 4 bezüglich der Systemachse 8 um den Patienten 3 gedreht und das die Röntgenstrahlenquelle 1 und den Strahlungsdetektor 4 umfassende Messsystem nimmt in einer Vielzahl von Projektionen jeweils ein Schwächungsprofil (Linienintegrale) auf, um eine zweidimensionale Schicht des Patienten 3 abzutasten. Aus den dabei gewonnen Messwerten (Rohdaten RD) wird vom Bildrechner 12 ein die abgetastete Schicht darstellendes Schnittbild rekonstruiert. Zwischen der Abtastung aufeinander folgender Schichten wird der Patient 3 jeweils entlang der Systemachse 8 bewegt. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis alle interessierenden Schichten erfasst sind.

Während der Spiralabtastung dreht sich das die Röntgenstrahlenquelle 1 und den Strahlungsdetektor 4 umfassende Messsystem bezüglich der Systemachse 8 und der Tisch 9 bewegt sich kontinuierlich in Richtung des Pfeils b, d.h. das die Röntgenstrahlenquelle 1 und den Strahlungsdetektor 4 umfassende Messsystem bewegt sich relativ zum Patienten 3 kontinuierlich auf einer Spiralbahn c, so lange, bis der interessierende Bereich des Patienten 3 vollständig erfasst ist. Dabei wird ein Volumendatensatz generiert. Der Bildrechner 12 berechnet daraus mit einem Interpolationsverfahren planare Daten, aus denen wie bei der Sequenzabtastung Schnittbilder rekonstruiert werden.

In einem außerhalb der Gantry 7, also stationär, angebrachten Steuerrechner („Host“) oder Computer 16 ist eine Auswertein-

richtung 18 vorhanden, die als funktionelle Gruppe durch Ansteuerung des Computers 16 mittels einer in dem Computer 16 vorhandenen Software gebildet ist. Die Auswerteeinrichtung 18 dient der automatisierten Beurteilung der Qualität des DMS (Data Measuring System), welches das Datenerfassungssystem 10, die Übertragungsstrecke 11 und den Strahlungsdetektor 4 umfasst. In dem Computer 16 laufen hierzu Auswertealgorithmen ab.

- 10 Von der Auswerteeinrichtung 18 werden nach ihrer Triggerung-folgende Schritte automatisch durchgeführt, ohne das weitere menschliche Eingaben erforderlich wären:
- a) Auslösen einer oder mehrerer Messungen zur Erzeugung von Rohdaten, die über die Datenübertragungsstrecke 11 auch
15 dem Computer 16 zugeführt werden;
 - b) unter Verwendung der unmittelbaren oder von anhand des Monitorkanals normierten Rohdaten Berechnung wenigstens eines Wertes von mindestens einem eine Qualitätsaussage erlaubenden Parameter;
 - 20 c) Ansteuerung einer Anzeigeeinrichtung 20 zur Darstellung eines Auswerteergebnisses, in das der berechnete Wert einfließt.

25 In Abhängigkeit von der jeweiligen konkreten Parameterberechnung wird von der Auswerteeinrichtung 18 nach dem Schritt b) ein Vergleich des berechneten Wertes mit einer vorgebbaren oder aus einem Speicher 21 ausgelesenen Toleranzgrenze durchgeführt. Auf der Anzeigeeinrichtung 20 kann im Auswerteergebnis dann eine vergleichende Darstellung zur Anzeige kommen.

30

Das Auswerteergebnis wird grafisch dargestellt.

35 Um einen Vergleich mit früheren Qualitätstests zu ermöglichen, insbesondere für eine Beurteilung der Langzeitstabilität des Datenerfassungssystems 10 und des Strahlungsdetektors 4 sind Auswerteergebnisse in einer Speichereinrichtung 22

ablegbar und von dort wieder ladbar, insbesondere für eine aus einer vergleichenden Berechnung resultierenden Parameter.

Die nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiele vertiefen die anhand von Figur 1 demonstrierte Arbeitsweise der Auswerteeinrichtung 18 für spezielle Testmessungen.

Fig. 2 zeigt schematisch und im Detail das in der Fig. 1 gezeigte Datenerfassungssystem 10, welches von der Auswerteeinrichtung 18 hinsichtlich Funktion und Qualität geprüft wird.

Jedem Detektorelement 6a bis 6x ist ein Integrator 30a bis 30x nachgeschaltet, der ein Kondensator ist. In der Fig. 2 sind nur die Integratoren 30a und 30x dargestellt. Die Integratoren 30a bis 30x können auch abweichend von der Fig. 2 Verstärkerstufen umfassen oder insoweit Bestandteil der Detektorelemente 6a bis 6x sein, als die Detektorelemente 6a bis 6x selbst integrierend wirken.

Von den Integratoren 30a bis 30x werden die in den Detektorelementen 6a bis 6x bei einer Absorption von Röntgenstrahlung erzeugten Ladungen für jeden Abtastschritt über ein bestimmtes Zeitintervall integriert und mittels eines Demultiplexers 31 zeilenweise sequentiell mit einem Elektronikelement 32 ausgelesen und verstärkt; d.h. am Ausgang des Elektronikelements 32 stehen sequentiell die ausgelesenen Signale erst des Detektorelementes 6a, dann der Detektorelemente 6b bis 6f, dann der Detektorelemente 6g bis 6l, usw. an. Alternativ können die Detektorelemente 6a bis 6x auch spaltenweise ausgelesen werden.

Die mittels des Elektronikelementes 32 ausgelesenen und verstärkten Signale der Detektorelemente 6a bis 6x werden anschließend sequentiell mit einem Analog/Digital-Wandler 33 digitalisiert und optional einer sogenannten Arithmetic Logic Unit (ALU) 34 zugeführt. Die digitalisierten Signale werden über die Übertragungsstrecke dem Bildrechner 12 zugeführt.

Zum Testen einzelner Komponenten des Datenerfassungssystems 10 führt die Auswerteeinrichtung 18 sukzessive mehrere Messungen durch, anhand derer sich beurteilen läßt, ob und ggf. 5 wo im Signalpfad im Datenerfassungssystem 10 ein Qualitätsmangel auftritt, so dass ein ggf. vorhandener Fehler oder Mangel zumindest mit großer Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Komponente zugeordnet werden kann.

10 Zum Testen des Strahlungsdetektors 4 und seiner Detektorelemente 6a-6x werden von der Auswerteeinrichtung 18 verschiedene Algorithmen angeboten, wobei die besonders vorteilhaften Auswertungen nachfolgend wiedergegeben werden:

15 A) Überprüfung der Offset-Werte (Signal-Offset) der Detektorelemente 6a-6x:

Die Offset-Werte sind Dunkelwerte (ohne Röntgenstrahlung), die voreingestellt werden, um eine korrekte A/D-Wandlung zu 20 ermöglichen. Die Offset-Werte müssen in einem bestimmten optimalen Bereich liegen. Diese Überprüfung kann auch als Überprüfung von „Detektorkanälen“ verstanden werden.

Von der Auswerteeinrichtung 18 werden nach ihrer Triggerung 25 folgende Schritte automatisch durchgeführt:

- a) Auslösen der Erfassung eines Rohdatensatzes bei umlaufender Gantry 7 oder stationär, aber bei abgeschalteter Röntgenstrahlenquelle 1. Dabei werden typisch 1000 bis 2000 30 Einzelwerte pro Detektorelement 6a-6x erfasst.
- b) Für jeden Detektorkanal werden aus den Einzelwerten ein Mittelwert und eine Standardabweichung als eine Qualitätsaussage erlaubende Parameter berechnet.
- c) Die Mittelwerte und Standardabweichungen werden als Zahlenwerte oder als Säulendiagramm (z.B. mit einer Kanalnummer auf einer der Diagrammachsen) auf der Anzeigeeinrichtung 20 zur Anzeige gebracht. 35

B) Überprüfung der Signallinearität (Abhängigkeit des Empfangssignals von der einfallenden Röntgenstrahlungsleistung)

5 Ein entsprechendes Ablaufdiagramm ist in Figur 3 dargestellt.

Nach dem Start nimmt die Auswerteeinrichtung 18 zunächst in einem ersten Schritt 41 eine Einstellung der Röntgenstrahlenquelle 1 mit einem ersten Röhrenstrom I_1 vor. In einem zweiten Schritt 43 wird ein Umlauf der Gantry 7 ausgeführt und es werden Daten von den Detektorelementen 6a-6x gemessen. Dabei sukzessive oder anschließend wird in einem dritten Schritt 45 ein erster Rohdatensatz RD1 gebildet. In einem vierten Schritt 47 wird ein von dem ersten unterschiedlicher, zweiter Röhrenstrom I_2 eingestellt, in einem fünften Schritt 49 ein erneuter Gantryumlauf ausgeführt und in einem sechsten Schritt 51 ein zweiter Rohdatensatz RD2 gebildet. Die Röhrenspannung und somit das Röntgenspektrum ist für beide Rohdatensätze RD1, RD2 gleich geblieben. In einem siebten Schritt 53 findet eine kanalweise Verhältnisbildung mit den beiden Rohdatensätzen RD1, RD2 statt, die in Bezug zum Verhältnis der Röhrenströme I_1 , I_2 gebracht wird. Ein beide Verhältnisse einbeziehendes Testergebnis wird entweder sofort für jeden Kanal angezeigt, oder zunächst nur für jede Zeile, mit Option nur bei nicht zufriedenstellendem Testergebnis eine Aufzeichnung der Testergebnisse der einzelnen Kanäle zu erhalten (achter Schritt 55).

30 C) Überprüfung der spektralen Linearität (Abhängigkeit des Empfangssignals von der spektralen Zusammensetzung der einfallenden Röntgenstrahlung)

Ein entsprechendes Ablaufdiagramm ist in Figur 4 dargestellt.

35 Nach dem Start nimmt die Auswerteeinrichtung 18 zunächst in einem ersten Schritt 61 eine Einstellung der Röntgenstrahlenquelle 1 mit einer ersten Röhrenspannung U_1 vor. In einem

- zweiten Schritt 63 wird ein Umlauf der Gantry 7 ausgeführt und es werden Daten von den Detektorelementen 6a-6x gemessen. Dabei sukzessive oder anschließend wird in einem dritten Schritt 65 ein erster Rohdatensatz RD1 gebildet. In einem
- 5 vierten Schritt 67 wird eine von der ersten unterschiedliche, zweite Röhrenspannung U_2 eingestellt, in einem fünften Schritt 69 ein erneuter Gantryumlauf ausgeführt und in einem sechsten Schritt 71 ein zweiter Rohdatensatz RD2 gebildet. Die Röhrenleistung ist für beide Rohdatensätze RD1, RD2
- 10 gleich geblieben, d.h. der Röhrenstrom wurde entsprechend angepasst. In einem siebten Schritt 73 findet eine kanalweise Verhältnisbildung mit den beiden Rohdatensätzen RD1, RD2 statt, die in Bezug zum Verhältnis der Röhrenspannungen U_1 , U_2 gebracht wird. Ein beide Verhältnisse einbeziehendes Test-
- 15 ergebnis wird entweder sofort für jeden Kanal angezeigt, oder zunächst nur für jede Zeile, mit Option nur bei nicht zufriedenstellendem Testergebnis eine Aufzeichnung der Testergebnisse der einzelnen Kanäle zu erhalten (achter Schritt 75).
- 20 Zum Testen oder Überprüfen der Datenübertragungsstrecke 11 vom Strahlungsdetektor 4 zum Bildrechner 12 steuert die Auswerteeinrichtung 18, hier insbesondere eine DMS-Test-Software im Kontroll-Rechner 16 des CT-Geräts, das CT-Gerät mit oder ohne Röntgenstrahlung an. Diese Vorgehensweise ist in Figur 5
- 25 veranschaulicht:

- Zunächst werden die für den Test erforderlichen Scanparameter eingestellt (Pfeil 81). Das Datenerfassungssystem 10 des DMS wird - beispielsweise über spezielle Testeinstellungen an
- 30 Microcontrollern - so parametrisiert, dass es vordefinierte Testdaten liefert. Anschließend werden mehrere Scans (Messungen) ausgeführt. Die vom Datenerfassungssystem 10 erzeugten Daten werden über Lichtwellenleiter und einen Schleifring zum Empfänger 80 des Bildrechners 12 übermittelt (Pfeil 82). Auf
- 35 der Übertragungsstrecke 11 kann das Signal z.B. durch die Erzeugung der Röntgenstrahlung (Störung S1) und durch den Ringmotor des Gantryantriebs (Störung S2) gestört werden. Um die

unterschiedlichen Störungsquellen unterscheiden zu können werden separate Tests durchgeführt:

- i) Scans mit Strahlung und ohne Rotation zur Erkennung von Fehlern, die von der Erzeugung der Röntgenstrahlung herrühren.
- ii) Scans ohne Strahlung und mit Rotation zur Erkennung von Fehlern, die vom Antrieb verursacht werden.

Der Bildrechner 12 führt dann Konsistenzprüfungen der empfangenen Daten durch, z.B. durch Bildung von Bitquersummen über CRC (Cyclic Redundancy Check), durch Betrachtung der Menge der empfangenen Daten und/ oder durch Betrachtung der Werte der empfangenen Daten.

Die Test-Software am Host-Computer 16 fragt die während der Messungen aufgetretenen Fehler von Bildrechner 12 (Pfeil 83) und von einer Schliefringelektronik (Pfeil 84) ab und bereitet sie textuell und grafisch auf. Die Ergebnisse werden auf der Anzeigeeinrichtung 20 angezeigt (Pfeil 85).

Patentansprüche

1. Computertomographiegerät mit einem mehrere Detektorelemente (6a-6x) aufweisenden Strahlungsdetektor (4), mit einem Datenerfassungssystem (10) zum Auslesen der von den Detektorelementen (6a-6x) erzeugten elektrischen Signale und deren Verarbeitung zu Rohdaten und mit einem dem Datenerfassungssystem (10) nachgeordneten Bildrechner (12), welchem die Rohdaten über eine Datenübertragungsstrecke (11) zuführbar sind,
5 g e k e n n z e i c h n e t, d u r c h
eine Auswerteeinrichtung (18) zur automatisierten Beurteilung der Qualität des Datenerfassungssystems (10) und/ oder der Datenübertragungsstrecke (11).
- 15 2. Computertomographiegerät nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Auswerteeinrichtung (18) zusätzlich zur automatischen Beurteilung der Qualität des Strahlungsdetektors (4) hergerichtet ist.
- 20 3. Computertomographiegerät nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass von der Auswerteeinrichtung (18) folgende Schritte durchführbar sind:
a) Auslösen einer oder mehrerer Messungen zur Erzeugung von
25 Rohdaten,
b) unter Verwendung der Rohdaten Berechnung wenigstens eines Wertes von mindestens einem eine Qualitätsaussage erlaubenden Parameter,
c) Ansteuerung einer Anzeigeeinrichtung (20) zur Darstellung
30 eines Auswerteergebnisses, in das der berechnete Wert einfließt.
4. Computertomographiegerät nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass von der
35 Auswerteeinrichtung (18) ein Vergleich des berechneten Wertes mit einer vorgebbaren oder aus einem Speicher (21) ausgelesenen Toleranzgrenze durchführbar ist.

5. Computertomographiegerät nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Aus-
wertergebnis grafisch auf der Anzeigeeinrichtung (20) dar-
stellbar ist, wobei insbesondere mehrere Parameter zu einem
grafischen Muster zusammengefasst sind.

6. Computertomographiegerät nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
gekennzeichnet, durch
eine Speichereinrichtung (22) zum Abspeichern des Auswerteer-
gebnisses.

7. Computertomographiegerät nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Pa-
rameter zur Beurteilung der Qualität des Datenerfassungssys-
tems (10) oder einer Komponente, eines Teilmoduls oder eines
Teilbereichs des Datenerfassungssystems (10) geeignet ist.

8. Computertomographiegerät nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Pa-
rameter zur Beurteilung eines einem Detektorelement zugeord-
neten Elektronikkanals, insbesondere zur Beurteilung eines
Integrators (30a-30x) des Elektronikkanals, zur Beurteilung
eines Monitorkanals, zur Beurteilung eines Demultiplexers
(31) oder zur Beurteilung eines A/D-Wandlers (33) geeignet
ist.

9. Computertomographiegerät nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Parameter zur Beurteilung der Datenübertragungsstrecke
(11) geeignet ist.

10. Computertomographiegerät nach einem der Ansprüche 3 bis
6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Pa-
rameter zur Beurteilung der Qualität des Strahlungsdetektors

(4), insbesondere zur Beurteilung eines einzelnen Detektorelements (6a-6x) des Strahlungsdetektors (4), geeignet ist.

11. Computertomographiegerät nach Anspruch 10,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Parameter einen Signal-Offset beschreibt.

12. Computertomographiegerät nach Anspruch 10,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Pa-
rameter eine spektrale Linearität oder eine Signallinearität
beschreibt.

13. Computertomographiegerät nach einem der Ansprüche 3 bis
12,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Aus-
werteeinrichtung den Wert des Parameters statistisch aus den
gemessenen Rohdaten ermittelt.

14. Computertomographiegerät nach einem der Ansprüche 1 bis

20 13,

d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Auswerte-
einrichtung durch Ansteuerung mittels einer entsprechenden
Software realisiert ist, die insbesondere in einem außerhalb
der Gantry (7) angebrachten Computer (16), insbesondere in
25 einem Steuerrechner, vorhanden ist.

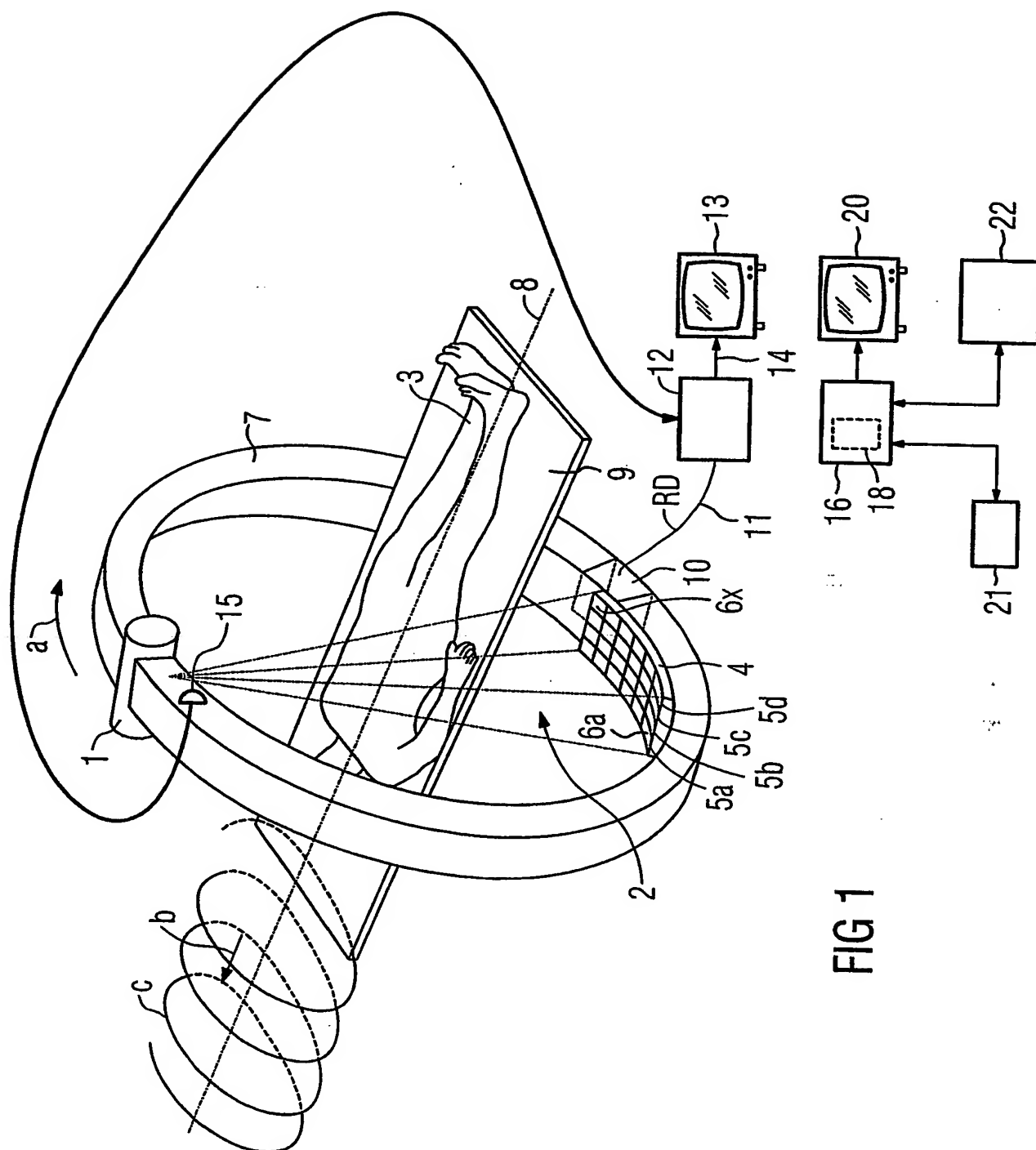


FIG 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

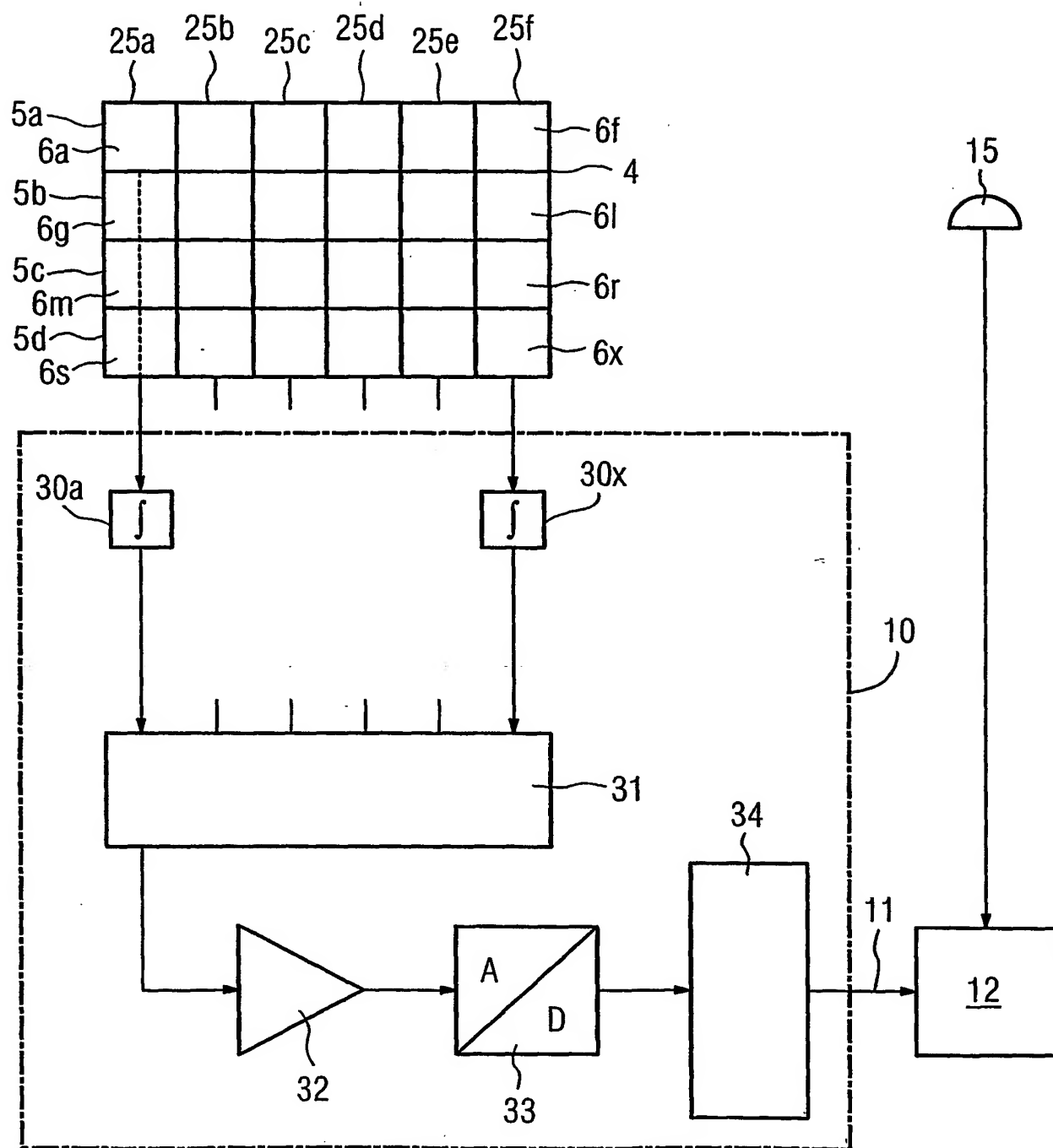


FIG 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

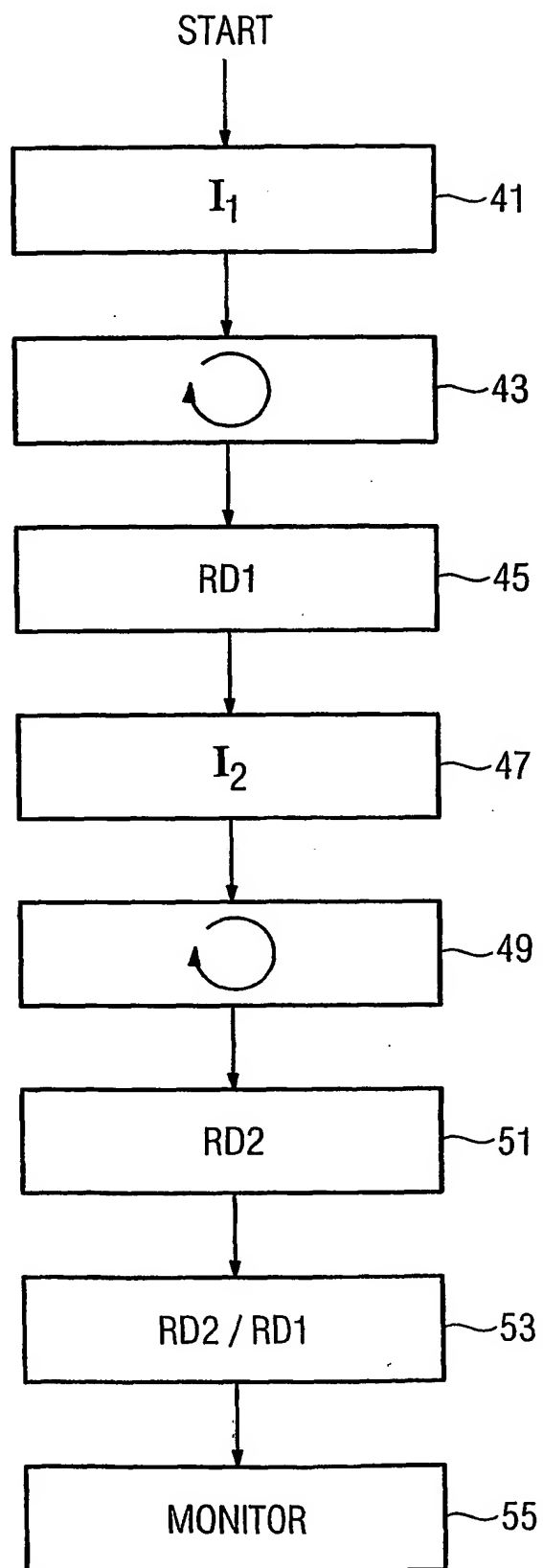


FIG 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

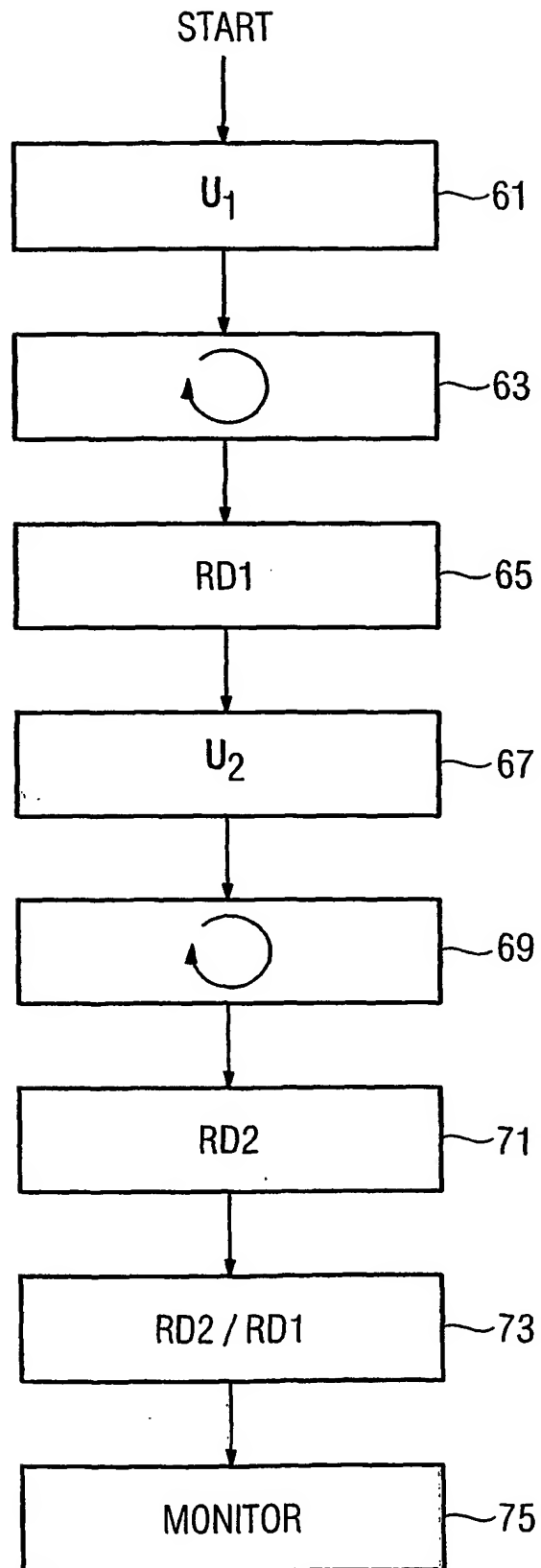


FIG 4

i)

')

THIS PAGE BLANK (USPTO)

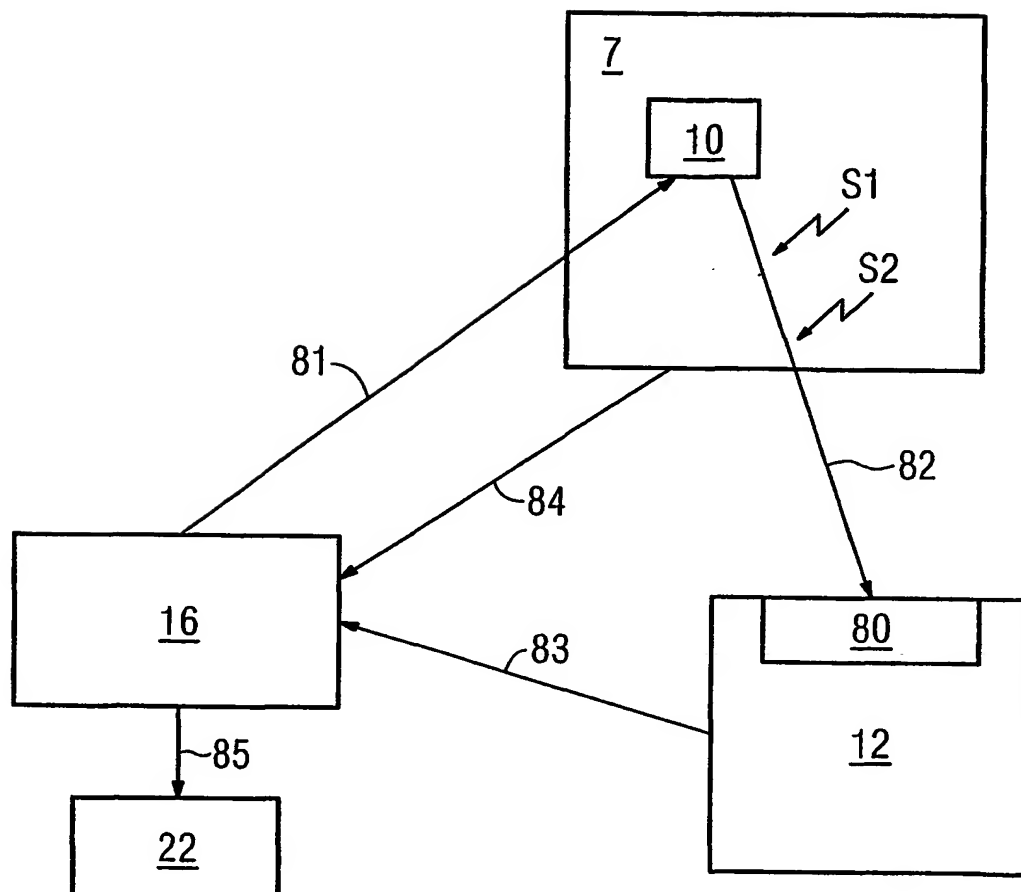


FIG 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)